

DIAGNÓSTICO DEL NIVEL DE CONOCIMIENTOS Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO EN ESTUDIANTES DE ENSEÑANZA MEDIA DE LA REGIÓN DEL MAULE

DIAGNOSIS OF THE LEVEL OF KNOWLEDGE AND ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF AIR POLLUTION BY PARTICULATE MATTER IN HIGH SCHOOL STUDENTS IN THE REGION OF MAULE

MARTA FUENTEALBA CRUZ

Doctora en Ciencias Ambientales

JOSÉ RETAMAL MORALES

Profesor en Ciencias mención Física

Facultad de Ciencias Básicas

Universidad Católica del Maule, Talca - Chile

mfuentea@ucm.cl

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue elaborar un diagnóstico del conocimiento y valoración de estudiantes de Educación Media en relación con la contaminación atmosférica por material particulado. La investigación es un estudio descriptivo transversal por encuesta. El análisis se efectuó por medio de un lexicón y se aplicó un test a una muestra piloto de estudiantes de Educación Secundaria. Se detectó niveles de conocimientos muy descendidos en ambas instituciones; además, el liceo de la comuna de Talca mostró valores más altos en relación con la comuna de La Molina. El 68% de los estudiantes de ambas comunas declararon que nunca

han tratado el tema en clases y reconocen que la educación informal (86% en Talca y 78% en Molina) es su fuente de conocimiento más relevante sobre el tema, por ejemplo, la TV abierta e internet son las fuentes más importantes. Se concluye que ambas instituciones presentan valores descendidos respecto al grado de conocimiento de la contaminación atmosférica por material particulado. Estos resultados sugieren el desarrollo de políticas educacionales para mejorarlo en ambas comunas.

Palabras clave: material particulado, contaminación, valoración, zona saturada.

ABSTRACT

The aim of this study was to develop a knowledge diagnosis and assessment of high school students in relation to air pollution by particulate matter. The research is a descriptive cross-sectional survey study. The analysis was performed by means of a lexicon and a test was applied to a sample group of high school students. Very low levels of knowledge were detected in both institutions, and the school in the commune of Talca showed higher values compared to the district of La Molina. 68% of students in both districts claimed they had never addressed the issue in class,

and admitted that informal education (86% in Talca and 78% in Molina) was their most relevant source of knowledge on the subject, naming open TV and internet as their most important sources. It can be concluded that both institutions show decreasing values regarding the degree of knowledge of air pollution by particulate matter. These results suggest the need for the development of educational policies in order to improve the knowledge level of both communes.

Key words: particulate matter, pollution, assessment, saturated zone.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la contaminación atmosférica constituye uno de los principales problemas ambientales de las zonas urbanas en el mundo, tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo (OMS, 2004). Esta se define como la presencia de contaminantes en la atmósfera, tales como polvo, gases o humo en cantidades y durante períodos de tiempo que resultan dañinos para los seres humanos, la vida silvestre y la propiedad. Estos contaminantes pueden ser de origen natural o producidos por el hombre directa o indirectamente. Se clasifican en: (i) contaminantes primarios, que son aquellos que se emiten directamente a la atmósfera debido a procesos naturales o generados por la actividad humana, v.g., material particulado; y (ii) contaminantes secundarios, los cuales se generan a partir de reacciones químicas que algunos contaminantes primarios sufren en la atmósfera. Destacan aquellos generados por reacciones fotoquímicas, particularmente en las zonas urbanas, donde los hidrocarburos volátiles, los óxidos de nitrógeno y el ozono reaccionan bajo condiciones de luz solar intensa, generando el smog fotoquímico (Zaror, 2003, Baird y Cann, 2014).

La contaminación atmosférica es uno de los problemas de salud pública en Chile que genera alta preocupación, lo que ha quedado de manifiesto en los trabajos publicados desde la década de los 80 (Ostro, Sánchez, Aranda, y Eskeland, 1996, Ostro, Eskeland, Sánchez y Feyzioglu, 1999; Ilabaca, Olaeta, Campos, Villaire, Tellez-Rojo y Romieu, 1999, Cifuentes, Vega, Köpfer y Lave, 2000, Sanhueza, Vargas, y Mellado, 2006, Cakmak, Dales, Gultekin, Vidal, Farnendaz, Rubio, y Oyola, 2009, Sanhueza, Torrealba, Díaz-Robles, Schiappacasse, Silva y Astete, 2009, Dales, Cakmak, y Vidal, 2010, entre otros). El material particulado (MP) es el contaminante que más significativamente ha sido ligado a eventos de mortalidad y morbilidad, asociado especialmente a enfermedades cardiovasculares y respiratorias; principalmente en la población más vulnerable, niños y adultos mayores (Román, Mancilla y Prieto, 2004, Barrios, Peña-Cortes y Osses, 2004, Pope y Dockery, 2006, Prieto, Mancilla, Astudillo, Reyes y Román, 2007, EPA, 2009). Este contaminante se clasifica según su diámetro, característica de la cual depende la intensidad de sus impactos. Comúnmente se agrupa en partículas menores a 10 micrones, conocidas como MP_{10} y partículas menores a 2,5 micrones, conocidas como $MP_{2.5}$. Se debe tener en cuenta que durante la época de invierno los índices de contaminación aumentan, a consecuencia de la combustión incompleta de leña, carbón o derivados del petróleo utilizados como combustible; sumado a la variación de los parámetros climatológicos (temperatura, presión atmosférica, humedad). Es en esta época del año cuando se deben realizar todos los esfuerzos y utilizar todos los medios disponibles para enfrentar este problema y así disminuir los efectos en la salud de la población (Smith y Pillaristte, 2002).

A nivel nacional, el Ministerio del Medio Ambiente, en 2010, inició la elaboración e implementación del programa Aire Limpio, mediante el cual se busca mejorar la calidad del aire en las principales zonas urbanas del país (MMA, 2011). Por otra parte, en 2014, la Estrategia de Descontaminación en Chile: 2014-2018, ha llevado a establecer Planes de Descontaminación con medidas efectivas en la reducción de emisiones en las zonas declaradas como Saturadas o Latentes de Chile (MMA, 2014). A través del Decreto 12/10 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, MINSEGPRES, se declara zona saturada por material particulado respirable MP_{10} a las comunas de Talca y Maule. Razón por la cual en la comuna de Talca se ha implementado un Plan de Alertas Sanitarias, tendientes a disminuir las emisiones que se generan a través la restricción del uso de la leña domiciliaria.

Dada la relevancia de este tema, el presente estudio busca responder preguntas como: ¿cuál es el nivel de conocimientos que poseen estudiantes de ense-

ñanza media de la Séptima región en relación con la contaminación atmosférica por material particulado?, ¿existe diferencia en el nivel de conocimientos respecto del tema entre estudiantes secundarios provenientes de una comuna declarada como zona saturada y de otra comuna que no presenta ese problema?, ¿cuál es la valoración que los jóvenes otorgan a este tema y cómo la traducen en acciones?, ¿cuál es la importancia de la educación informal en el conocimiento de este tema? Para responder a las preguntas anteriores, se realizó un lexicón y se aplicó un test a una muestra piloto de estudiantes de Educación Secundaria, con el objetivo de elaborar un diagnóstico del nivel de conocimientos y valoración que estudiantes de Educación Media otorgan al tema; además de identificar las fuentes de conocimientos de este tema; con la finalidad de promover la enseñanza y concientización, factores vitales para el éxito de los futuros Planes de Descontaminación Atmosférica por implementar en la comuna.

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación y muestra

La investigación es un estudio descriptivo transversal por encuesta (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). El grupo de estudio consideró estudiantes secundarios provenientes de dos comunas de la región del Maule: (i) comuna de Talca, declarada zona saturada por material particulado respirable MP_{10} el 04 de febrero de 2010 (Decreto 12 MINSEGPRES, 2010) y (ii) comuna de Molina, que no presenta esta connotación. La muestra estuvo constituida por 127 estudiantes secundarios provenientes de un liceo la comuna de Talca (56) y de un liceo de la comuna de Molina (71), de ambos sexos, de un rango de edad de 15 a 17 años, durante julio de 2015. Por tratarse de un diagnóstico, el grupo de estudio fue seleccionado por la factibilidad de aplicación del instrumento, por lo cual, no fue probabilístico; se contó con la venia de las autoridades de cada establecimiento educacional. Se incluyeron en el estudio a todos los jóvenes que autorizaron la ficha de consentimiento informado. Se excluyeron a los que el día de la evaluación no asistieron y no completaron el instrumento.

2.2. Instrumento

Para construir el lexicón asociado a contaminación atmosférica, se les pidió a los estudiantes que en dos minutos escribieran todos los conceptos que asociaban a

contaminación atmosférica. Estos sirvieron de base para elaborar el instrumento y para evaluar los conocimientos sobre el tema. Este procedimiento se basó en la Escala de Actitudes hacia Temas Ambientales de Moreno, Corraliza y Ruiz (2005). El instrumento de evaluación fue validado por un panel de expertos (6) a través del método Delphi (Bravo y Arrieta, 2005, Fernández y López, 2013).

2.3. Análisis de datos

El estudio del lexicón se realizó a través de la técnica de nube de conceptos. Los análisis estadísticos básicos, como promedio, desviación estándar, frecuencias, se efectuaron mediante planillas de Excel. Para comparar el nivel de conocimientos sobre la contaminación atmosférica por material particulado en ambos establecimientos educacionales, se utilizó el test t-student para muestras independientes. Se utilizó significancia de 99 %.

3. RESULTADOS

3.1. Lexicón

De los resultados obtenidos con el lexicón, podemos inferir que en el establecimiento educacional ubicado en la comuna de Talca existe un mayor conocimiento sobre tópicos de contaminación atmosférica, asociado a un lenguaje más técnico, por ejemplo: calentamiento global, lluvia ácida, capa de ozono, aerosoles (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Conceptos que los estudiantes secundarios de la comuna de Talca asocian a contaminación atmosférica.



Figura 2. Conceptos que los estudiantes secundarios de la comuna de Molina asocian a contaminación atmosférica.

3.2. Análisis de test de conocimientos

En ambos establecimientos educacionales el rango de notas fluctúa entre 1.0 y 6.0, pero la distribución es diferente (Tablas 1 y 2, Figura 3). Al comparar el rendimiento de ambos establecimientos educacionales, detectamos que existe diferencias significativas $t_{(\alpha=99, \text{gl}=\infty)} = 4.671$; $p < 0.001$; siendo mejores los resultados en el liceo ubicado en la comuna de Talca 3.9 ± 1.2 , (Tabla 1).

Tabla 1

Resultados de la evaluación de conocimientos en establecimientos educacionales.

Indicadores	Liceo comuna de Talca	Liceo comuna de Molina
Porcentaje de estudiantes aprobados	46.4%	18.3%
Porcentaje de estudiantes reprobados	53.6%	81.7%
Promedio	3.9*	3.0*
Desviación estándar	1.2	0.9
N	56	71
Nota máxima	6.0	6.0
Nota mínima	1.0	1.0

* $p < 0.001$

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2

Distribución del rango de notas (porcentaje) obtenidas en el test de conocimientos por estudiantes de la comuna de Talca y de la comuna de Molina.

Rango de notas	Comuna de Talca (%)	Comuna de Molina (%)
1 – 1.9	3.4	12.7
2 – 2.9	12	39.4
3 – 3.9	36.4	26.8
4 – 4.9	15.5	15.5
5 – 5.9	22.4	4.2
6 – 6.9	10.3	1.4

Fuente: elaboración propia.

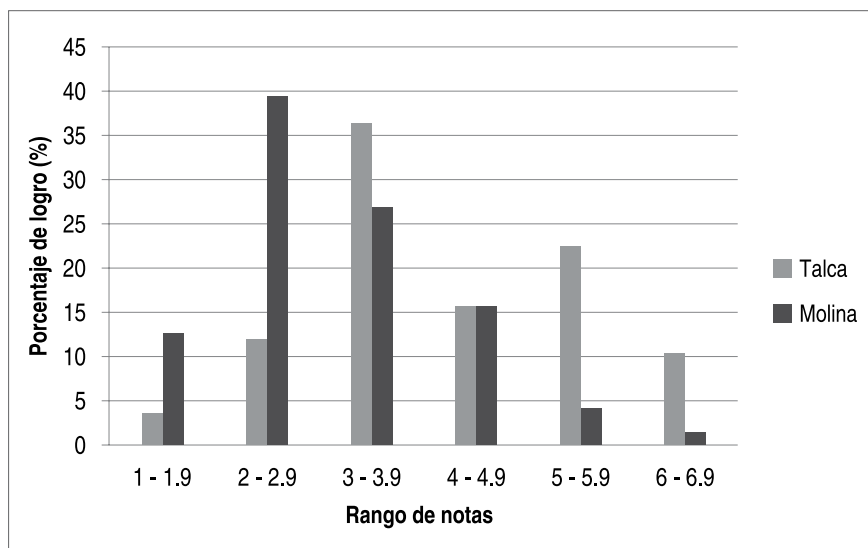


Figura 3. Distribución del rango de notas obtenidas en el test de conocimientos por estudiantes de la comuna de Talca y de la comuna de Molina.

3.3. Análisis de preguntas de valoración personal

En relación con la pregunta ¿sabía usted que en junio de 2010 se declaró zona saturada por material particulado respirable MP_{10} a las comunas de Talca y Maule? Solo el 12,7% de los estudiantes de la comuna de Talca respondió afirmativamente, pero el 100% declaró que esto es preocupante. En la comuna de Molina el

11% de los estudiantes respondió afirmativamente y, al igual que en la comuna de Talca, el 100% declaró que la situación les parece preocupante.

Entre las acciones que los estudiantes proponen para disminuir la contaminación por material particulado respirable están la disminución de calefacción a leña (40%), disminución del parque automotriz y aumento de uso de bicicleta (16%) y el uso de leña certificada (10,6%) en la comuna de Talca. Por su parte, los estudiantes de Molina identifican como prioritarias las acciones de: no realizar quemas (17.6%), no botar basuras (17.6%) y la disminuir la calefacción a leña (17.6%) como prioritarias para reducir el MP_{10} (Tabla 3).

Tabla 3

Acciones que los estudiantes de las comunas de Talca y de Molina proponen para disminuir la concentración de MP_{10} en la tropósfera.

Acciones	Liceo de comuna de Talca (Porcentaje)	Liceo de comuna de Molina (Porcentaje)
1. Disminución de calefacción a leña	40.0	17.6
2. Disminución de concentración de empresas	4.0	3.0
3. Reciclaje	5.3	16.3
4. Uso de leña certificada	10.6	5.1
5. No botar basuras	4.0	17.6
6. Disminuir parque automotriz y aumento de uso de bicicleta	16.0	14.3
7. Uso de autos catalíticos	2.7	0.0
8. No realizar quemas	9.3	17.6
9. Respetar alertas ambientales	5.3	0.0
10. Mayor uso de transporte público	1.4	0.0
11. Mejorar calidad de construcciones	1.4	0.0
12. Forestar	0.0	1.0
13. Uso de energías renovables	0.0	5.5
14. No fumar	0.0	1.0
15. Educar en torno al tema	0.0	1.0

Fuente: elaboración propia.

Es interesante analizar la diversidad de acciones propuestas por los estudiantes dependiendo del entorno en el que se desenvuelven; así, para los estudiantes de la comuna de la comuna de Molina, que es más rural, las quemas son una acción que los estudiantes aprecian como una de las actividades antrópicas que más contribuye a la concentración de PM_{10} en la atmósfera. Esta, si bien es reconocida por los estudiantes de la comuna de Talca, no está dentro de las prioritarias, como sí está la disminución de la calefacción a leña, lo cual debe estar directamente relacionado con las aplicaciones de alertas sanitarias ambientales durante 2015 en la comuna de Talca (ver Figura 4).

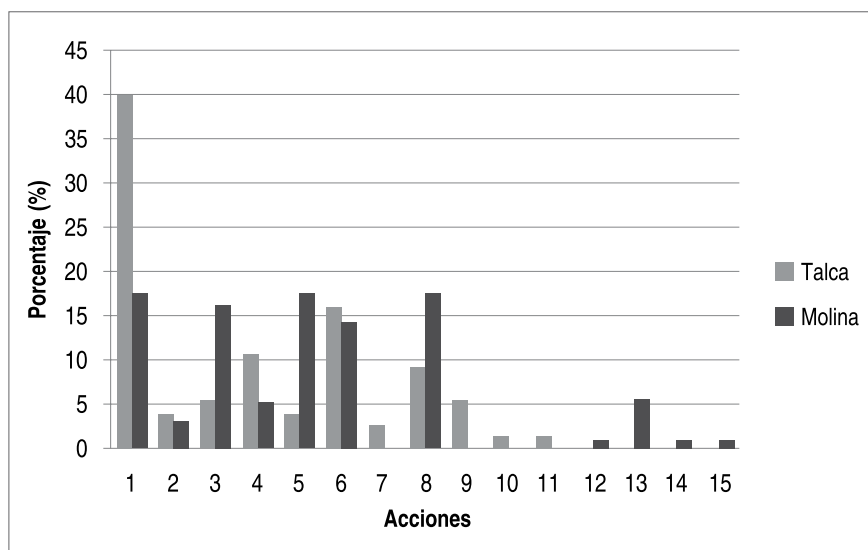


Figura 4. Acciones y porcentaje que estudiantes de las comunas de Talca y de Molina proponen para mitigar la contaminación atmosférica por PM_{10} . (Donde: 1= Disminución de calefacción a leña, 2= Disminución de concentración de empresas, 3= Reciclar, 4= Uso de leña certificada, 5= No botar basuras, 6= Disminuir parque automotriz y aumento de uso de bicicleta, 7= Uso de autos catalíticos, 8= No realizar quemas, 9= Respetar alertas ambientales, 10= Mayor uso de transporte público, 11= Mejorar calidad de construcciones, 12= Forestar, 13= Uso de energías renovables, 14= No fumar, 15= Educar en torno al tema).

En relación a la pregunta ¿sabe donde se ubican las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la comuna de Talca? Solo el 3.6% de los estudiantes de la comuna de Talca responde que sí, pero no logran identificarlas adecuadamente, y el 96.3% declara no saber. En el caso de los estudiantes de la comuna de Molina, solo el 2.9% responde que sí, pero, al igual que los estudiantes de Talca, no logran identificarlas adecuadamente y el 97.1% declara no saber.

Por otra parte, el 68% de los estudiantes declaró que nunca han tratado el tema en clases, el 29.8% señaló que solo lo han tratado superficialmente y solo el 2.1% indicó que lo había conversado en clases. En el caso de los estudiantes de la comuna de Molina, el 62.3% dijo que lo han tratado en actividades esporádicas, entre las cuales mencionaron charlas, exhibición de videos, conversaciones informales e incluso contestar la presente encuesta era la primera aproximación al tema.

En cuanto a las fuentes de información respecto de la contaminación atmosférica por material particulado, los estudiantes de ambas comunas reconocen que la educación informal (86% en Talca y 78% en Molina) es su fuente de conocimiento más relevante sobre el tema, dentro de la cual la TV abierta e internet son las fuentes más importantes (Tabla 4, Figura 5).

Tabla 4

Fuentes de información reconocidas por los estudiantes sobre contaminación atmosférica por PM₁₀. (A = Liceo de comuna de Talca, B = Liceo de comuna de Molina)

Liceo de comuna de Talca (porcentaje)			Liceo de comuna de Molina (porcentaje)		
Educación formal (14%)	Establecimiento educacional	91.6	Educación formal (22%)	Establecimiento educacional	100
	Libros	8.3		Libros	0
Educación informal (86%)	Diarios	2.7	Educación informal (78%)	Diarios	3.2
	Radio	17.6		Radio	3.2
	TV abierta	41.9		TV abierta	33.9
	TV cable	17.6		TV cable	22.6
	Internet	20.3		Internet	37.0

Fuente: elaboración propia.

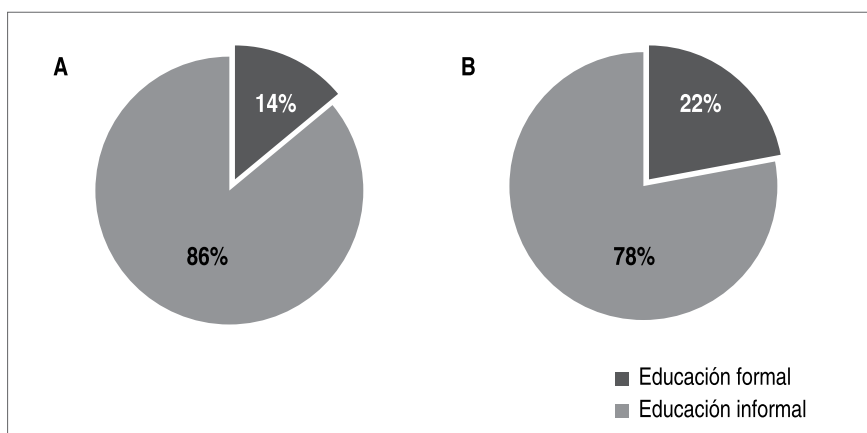


Figura 5. Importancia de la educación formal e informal en el nivel de conocimientos sobre contaminación atmosférica por PM_{10} de los estudiantes (A = Liceo de comuna de Talca, B = Liceo de comuna de Molina). Fuente: elaboración propia..

4. DISCUSIÓN

En comparación con el resto del mundo, el hemisferio occidental generalmente no se ve afectado por altos niveles de contaminación atmosférica doméstica o exterior (Brauer et al., 2011). Sin embargo, Chile constituye una excepción en cuanto a la contaminación externa, debido al uso de leña para calefacción (Smith y Pillarissetti, 2012). Este problema alcanza su máxima gravedad en la ciudades del sur emplazadas en valles y próximas a zonas boscosas, donde las temporadas frías son más largas y la circulación del aire es escasa durante el invierno, generando fenómenos de inversión térmica, los cuales propician condiciones locales de alta estabilidad atmosférica y una pobre capacidad de dispersión de los contaminantes, como es el caso de muchos sectores de la zona centro-sur de Chile (Zaror, 2003).

El nivel de contaminación producido por las estufas sin mejoras (sin cámaras de doble combustión) es tan alto que no se puede dispersar adecuadamente y se acumula hasta generar índices extremos de contaminación externa, con un considerable impacto en la salud (Smith y Pillarissetti, 2012). Los máximos niveles de contaminación alcanzados durante algunos meses del año generan condiciones perjudiciales para todas las personas y, probablemente, amenazan la salud de quienes ya sufren enfermedades respiratorias (Román, Mancilla y Prieto, 2004,

Barrios, Peña-Cortes, Osses, 2004, Pope y Dockery, 2006, Prieto, Mancilla, Astudillo, Reyes, Román, 2007)

En ese sentido, es preciso adoptar medidas y educar a la población para promover el uso de combustibles más limpios, una gestión más eficiente de la energía doméstica mediante aislación y otro tipo de decisiones, además del uso de estufas a leña con un nivel de emisión significativamente inferior al de las que comúnmente se emplean en la actualidad.

En esencia, este estudio diagnóstico puede servir para tomar consciencia de que existe carencia en conocimientos básicos sobre la contaminación atmosférica por material particulado en estudiantes de Enseñanza Media, y poder tomar las medidas académicas respectivas, incentivando la enseñanza de educación ambiental de manera transversal en todas las asignaturas, haciendo énfasis en los procesos que generan los contaminantes, los efectos de estos en la salud pública y las medidas de mitigación propuestas por la autoridad competente.

Fortalecer la educación en la responsabilidad ambiental es vital, ya que con ello se pueden alentar diversos comportamientos que tienen una incidencia directa e importante en el cuidado del ambiente; por lo que se debe potenciar en las nuevas generaciones el valor de nuestro entorno, lo que implica gran responsabilidad social y, por tanto, un gran desafío para las instituciones de educación, por lo que se deben realizar esfuerzos para incorporar una visión sustentable en todos los ámbitos de la educación, tanto formal como informal. Tal como lo señala la Carta Encíclica *Laudato Si'*, del Santo Padre Francisco, sobre el Cuidado de la Casa Común "si se quiere conseguir cambios profundos, hay que tener presente que los paradigmas de pensamiento realmente influyen en los comportamientos. La educación será ineficaz y sus esfuerzos serán estériles si no procura también difundir un nuevo paradigma del ser humano, la vida, la sociedad y la relación con la naturaleza" (DSI, 2015).

El comportamiento medioambiental tiene primero una fase educativa, en la que se debe informar explícitamente acerca de las normativas que existen para proteger el medioambiente (Corral-Verdugo y De Queiroz, 2004, Corraliza, Martín, Moreno y Berenguer, 2002, González y Amérigo, 1999, González-Gaudio, 2005, Manzanal, Rodríguez y Zamora, 2006, Pérez, Pérez y Quijano, 2009, Fuentealba, 2011). Además, es importante potenciar el compromiso ambiental de las personas desde sus inicios, por lo que se deben identificar las oportunidades para el desarrollo de la educación ambiental, con énfasis en la calidad del aire. Además, se de-

ben identificar las asignaturas y núcleos que permiten abordar la problemática de la contaminación atmosférica dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, desde una perspectiva de transversalidad e interdisciplinariedad educativa. Es claro que el conocimiento sobre contaminación atmosférica por material particulado fomentaría la formación de conciencia del impacto de las actividades antrópicas sobre el bienestar humano.

La literatura sugiere que para el éxito de las acciones de un plan de descontaminación, como el que se propone para las comunas de Talca y Maule (MMA, 2014), la educación ambiental es fundamental. Esta puede fortalecerse a través del currículum, para que los estudiantes obtengan bases científicas mediante las cuales estén fundamentado el conocimiento acerca de la contaminación ambiental (Vargas, Moreno, Vázquez y Gutiérrez, 2011); lo cual incrementará el acervo cognitivo sobre la calidad del aire. Lo anterior, que debería influir en la conducta ambiental individual y también en la de las organizaciones (Stern, 2000, Strobl, 2005, Sosa, Márquez, Eastmond, Ayala y Arteaga, 2010). Por lo tanto, es fundamental promover la capacitación e investigación en gestión de la calidad del aire, no solo para ejecutarla adecuadamente, sino también para generar en la sociedad el interés que este tema amerita (Conama, 2009, González-Gaudiano, 2005, Strobl, 2005, Espejel y Castillo, 2008, Vargas et al., 2011, Fuentealba, Roco, Marín y Castillo, 2015). De aquí surge la importancia del fortalecimiento de la educación ambiental en la educación formal, tanto en la capacitación del profesorado como en los estudiantes.

5. CONCLUSIÓN

Se detectaron niveles de conocimiento muy descendidos en ambas instituciones investigadas; consecuentemente, estas instituciones no están por debajo de la nota mínima de aprobación. Además, el 68% de los estudiantes de ambas comunas declararon que nunca han tratado el tema en clases, y reconocen que la educación informal (86% en Talca y 78% en Molina) es su fuente de conocimiento más relevante sobre el tema, por ejemplo, la TV abierta e internet. Estos resultados sugieren la necesidad de generar políticas educacionales para promover y mejorar el grado de conocimiento de los estudiantes en ambas comunas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, P. Y VEGA, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles, implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2), 245-260.

BAIRD, C. Y CANN, M. (2014). *Química ambiental*. España: Editorial Reverté.

BARRIOS, S., PEÑA-CORTES, F. Y OSSES, S. (2004). Efectos de la contaminación atmosférica por material particulado en las enfermedades respiratorias agudas en menores de 5 años. *Revista de Ciencia y Enfermería*, 10(2), 22-29.

BRAVO, M. Y J. ARRIETA. (2005). EL método Dephi. Su implementación en una estrategia didáctica para la enseñanza de las demostraciones geométricas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35,3:1-7.

BRAUER, M., AMANN, M. Y BURNETT. (2011). Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution. *Environmental Science and technology*, DOI: 10.1021/es2025752.

CAKMAK, S., DALES, R., GULTEKIN, T., VIDAL, C., FARNENDAZ, M., RUBIO, M. Y OYOLA, P. (2009). Components of particulate air pollution and emergency department visits in Chile. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 64(3):148-155.

CIFUENTES, L., VEGA, J., KÖPFER, K. Y LAVE, L. (2000). Effect of the fine fraction of particulate matter versus the coarse mass and other pollutants on daily mortality in Santiago, Chile. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 50(8):1287-98.

CONAMA. (2009). *Política Nacional de Educación para el Desarrollo Sustentable*. Santiago: Conama.

CORRAL-VERDUGO, V. Y DE QUEIROZ, J. (2004). Aproximaciones al estudio de la conducta sustentable. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 5(1), 1-26.

CORRALIZA, J., MARTÍN, R., MORENO, M., Y BERENGUER, J. (2002). El estudio de la conciencia ambiental. *Revista Medio Ambiente*, 21(40), 36-38.

DALES, R., ÇAKMAK, S. Y VIDAL, C. (2010). Air pollution and hospitalization for venous thromboembolic disease in Chile. *J Thromb Haemost*, 8(4)669-674.

DECRETO 12. (2010). *Declara zona saturada por material particulado respirable MP10, a las comunas de Talca y Maule*. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Gobierno de Chile.

DSI (Doctrina Social de la Iglesia). (2015). Carta Encíclica *Laudato Si'*, del Santo Padre Francisco, sobre el Cuidado de la Casa Común.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). (2009). *Integrated science assessment for particulate matter: Final report*. Research Triangle Park, NC, US Government.

ESPEJEL, A. Y CASTILLO, M. (2008). Educación ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 46(2), 1-11.

FERNÁNDEZ, A Y A. LÓPEZ. (2013). Validación mediante método Delphi de un sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el desarrollo local de los proyectos de investigación en el sector agropecuario. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 3(3),1-10.

FUENTEALBA, M. (2011). Reflexión sobre impacto ambiental antrópico, desarrollo sustentable y educación ambiental. *UCMaule - Revista Académica* 41, 29-43.

FUENTEALBA, M., ROCO, L., MARÍN, F., Y CASTILLO, F. (2015). Reflexiones pedagógicas en torno al impacto al campamento EXPLORA CHILE VA! Valorando la biodiversidad maulina del la UCM. En: *3er Encuentro Nacional de Divulgadores de Ciencia y Tecnología*. 343-350.

GONZÁLEZ, A., Y AMÉRIGO, M. (1999). Actitudes hacia el medio ambiente y conducta ecológica. *Psicothema*, 11(1), 13-25.

GONZÁLEZ-GAUDIANO, E. (2005). The Role Environmental Education Might Play in the Decade for Education for Sustainable Development. *Applied Environmental Education and Communication*, 4(3), 203-206.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ C. Y BAPTISTA, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.

ILABACA, M., OLAETA, I., CAMPOS, E., VILLARE, J., TELLEZ-ROJO, M. Y ROMIEU, I. (1999). Association between levels of fine particulate and emergency visits for pneumonia and other respiratory illnesses among children in Santiago, Chile. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 49:154-163.

MANZANAL, R., RODRÍGUEZ, L., Y ZAMORA, J. (2006). El conocimiento de las actitudes ambientales: una buena base para mejorar las conductas hacia el medio ambiente. En: *III Jornadas de Educación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Aragón* (pp. 1-7). CIAMA, La Alfranca, Zaragoza.

MMA (Ministerio del Medio Ambiente). (2011). *Informe del estado del medioambiente*. Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

MMA (Ministerio del Medio Ambiente). (2014). *Planes de descontaminación atmosférica. Estrategia 2014-2018*. Ministerio del Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA, MINSEGPRES. (2010). Decreto 12. Declara zona saturada por material particulado respirable MP10, a las comunas de Talca y Maule. *Diario Oficial*.

MORENO, M., CORRALIZA, J. Y RUIZ, J. (2005). Escala de actitudes ambientales hacia problemas específicos. *Psicothema*, 17, n.3, 502-508.

OMS (Organización Mundial de la Salud). (2004). Guías para la calidad del aire. Ginebra: OMS.OPS/CEPIS/PUB/04.110. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsci/fulltext/guiasaire.pdf>.

OSTRO, B., SÁNCHEZ, J., ARANDA, C. Y ESKELAND G. (1996). Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 6(1):97-114.

OSTRO, B., ESKELAND, G., SÁNCHEZ, J. Y FEYZIOGLU, T. (1999). Air pollution and health effects: A study of medical visits among children in Santiago, Chile. *Environ Health Perspect*, 107(1):69-73.

PÉREZ, M. Á, PÉREZ, M., Y QUIJANO, R. (2009). Valoración del cambio de actitudes hacia el medio ambiente producido por el programa didáctico "EICEA" en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (14-16 años). *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 1019-1036.

POPE, C. Y DOCKERY, D. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709-742.

PRIETO, M., MANCILLA, P., ASTUDILLO, P., REYES, A. Y ROMÁN, A. (2007). Exceso de morbilidad respiratoria en niños y adultos mayores en una comuna de Santiago con alta contaminación atmosférica por partículas. *Revista Médica de Chile*, 135: 221-228.

ROMÁN, A., MANCILLA, P. Y PRIETO, M. (2004). Contaminación atmosférica y daño cardiovascular. *Revista Médica de Chile*, 132: 761-767.

SANHUEZA, P., TORREALBA, M., DÍAZ-ROBLES, L., SCHIAPPACASSE, L., SILVA M. Y ASTETE, T. (2009). Particulate air pollution and health effects for cardiovascular and respiratory causes in Temuco, Chile: a wood-smoke-polluted urban area. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 59(12):1481-4.

SANHUEZA, P., VARGAS, C. Y MELLADO, P. (2006). Impact of air pollution by fine particulate matter (PM10) on daily mortality in Temuco. Chile. *Revista Médica de Chile*, 134(6):754-61.

SMITH, K. Y PILLARISETTI, A. (2012). Breve historia del humo de leña y sus implicaciones para Chile. *Estudios Públicos*, 126: 163-178.

STERN, P. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56, 3, 407-424.

STROBL, G. (2005). Una educación ambiental conforme a la época. *Revista de Educación Ambiental*, 5. Chile: Departamento de Educación Ambiental y Participación Ciudadana. Conama.

SOSA, S., MÁRQUEZ, R., EASTMOND, A., AYALA, M. Y ARTEAGA, M. (2010). Educación Superior y cultura ambiental en el sureste de México. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 33-49.

VARGAS, C., MORENO, J., VÁZQUEZ, L. Y GUTIÉRREZ, G. (2011). Actitudes ambientales en los estudiantes de nivel superior en México. *Luna Azul*, 33:31-36.

ZAROR, C. (2003). *Contaminación del aire*. En Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable. Buenos Aires: Colección: Educar para el ambiente.

ZÚÑIGA, M. Y FUENTEALBA, M. (2001). Sustentabilidad, ecología industrial y capitalismo natural. *UCMaule, Revista Académica de la Universidad Católica del Maule*, 27, 7-16.